

# 淮河“75·8”洪水垮坝的主要原因分析及经验教训

## The Main Cause and Lesson of “August 1975” Dam-breaking Floods in the Huaihe River

王国安/WANG Guo-an

黄河勘测规划设计有限公司, 郑州 450003

Yellow River Engineering Consulting Company, Zhengzhou 450003, China

**[摘要]** 从水文专业的角度提出,淮河“75·8”洪水垮坝的主要原因不是防洪标准偏低,而是水库设计洪水的数值偏小;垮坝的主要教训是:①在科学技术上不能一边倒,要兼容并蓄,见好就学;②大幅度提高防洪标准既浪费国家巨额资金且留有后遗症,因而并不可取;③学习外国经验不能生搬硬套,一定要结合中国实际;④重要土石坝必须设“太平门”(非常溢洪道),以便在遭遇非常洪水时采取非常溢洪措施。

**[关键词]** “75·8”洪水;板桥水库;石漫滩水库;垮坝;设计洪水;防洪标准

**[文献标识码]** A

**[中图分类号]** TV64,TV122+.4

**[文章编号]** 1000-7857(2006)07-0072-06

**Abstract:** From the point of view of hydrology, the cause of “August 1975” dam failure is mainly due to the low values of reservoir design floods rather than the low flood control standards; We have mainly learned from the failure: ① Scientific and technologic research shall not be leaning to one side, but absorb and accept whatever are good; ② Raising of flood control standards to a large extent would waste a huge amount of fund and not be feasible, and until today problems remain unsolved; ③ Learning foreign experience must be combined with the actuality in China, not by rote; ④ Major earth and rockfill dams must have “an emergency exit” (emergency spillway or emergency measures) in case super floods cause dam failures.

**Key Words:** “August 1975” Flood; Banqiao Reservoir; Shimantan Reservoir; dam failure; design flood; flood control standard

**CLC Numbers:** TV64,TV122+.4

**Document Code:** A

**Article ID:** 1000-7857(2006)07-0072-06

### 1 前言

1975年8月(简称“75·8”),由于受7503号台风的影响,河南省境内出现了特大暴雨和洪水,导致淮河上游板桥和石漫滩两座大型水库、田岗和竹沟两座中型水库以及石龙山等58座小型水库垮坝;其中板桥和石漫滩两库<sup>[1]</sup>的垮坝最大流量分别达到78 100 m<sup>3</sup>/s和30 000 m<sup>3</sup>/s,水头高达数m至一二十m的洪流以排山倒海之势直撼下游,使板桥以下沿汝河两岸宽10 km、长50 km的广大地区几乎被一扫而空。据不完全统计,这次灾害事故使29个县市的1 100万人口受灾,110多万hm<sup>2</sup>耕地遭受严重水灾,淹死26 000多人,京广铁路被冲毁102 km,中断行车18 d,影响运输48 d<sup>[2]</sup>,直接经济损失近百亿元<sup>[3]</sup>。

为了吸取这次垮坝事故的经验教训,河南省水利厅和淮河水利委员会2005年8月8日在郑州召开了“纪念‘75·8’特大洪水灾害发生30周年座谈会”,并出版了纪念文集《河南“75·8”特大洪水灾害》<sup>[4]</sup>,对事故的经验教训进行了系统的总结。但笔者认为,由于种种原因,该文集对在这次事故中水库垮坝的主要原因和教训的总结认识还不够全面、深刻,分析还不够透彻。笔者拟从水文专业的角度分析“75·8”洪水垮坝的主要原因及教训。

### 2 主管部门和学术界对“75·8”洪水垮坝主要原因的认识

“75·8”洪水垮坝所造成的惨重损失,在全国上下引起了极大的震动。为总结经验教训,水利电力部于1975年11月21日至12月10日在郑州召开了465人参加的“全国防汛和水库安全会议”(以下简称“郑州会议”)。会议的总结文件<sup>[5]</sup>认为,水库垮坝的主要原因是“水库(防洪)安全标准偏低”,其对策是提高防洪标准;防洪标准偏低则是因为“水库防洪标准和计算方法,主要套用了苏联的规程”;认为“在洪水计算上,单纯采用频率计算方法,往往不能正确反映实际,反而给人以虚假的安全感”,其对策是对“一般大中型水库及重要的小型水库都要以可能最大洪水,作为保坝校核”标准。

板桥水库管理局1975年9月20日提出的一份大坝漫溢决口的情况报告<sup>[6]</sup>认为:“板桥水库原规划因水文资料短缺、设计标准低,又没有考虑遇特大洪水的安全措施,是失事的主要原因”。

石漫滩水库管理局林四庆教授认为:“石漫滩水库‘75·8’垮坝”的头号原因,“是水库设计标准偏低,缺乏对超标准洪水的考虑”<sup>[7]</sup>。

河南省水利厅1982年9月15日上报河南省、水电部和淮河

来稿日期:2006-03-24

作者简介:王国安,男,郑州市金水路109号黄河勘测规划设计有限公司,教授级高级工程师,长期从事设计洪水领域的生产实践和科学研究工作;E-mail: wangga@yrec.cn



水利委员会的“关于‘75·8’板桥、石漫滩两座水库失事的经验教训的报告”<sup>[8]</sup>也认为,首先是“规划设计照抄苏联规范,标准很低,实际发生的洪水远大于设计洪水”。

河南省水利厅原总工程师陈惺认为,板桥、石漫滩两库失事的首要原因是“洪水计算偏小,抗洪能力严重不足”<sup>[9]</sup>。

水利部淮河水利委员会原总工方佩英认为,“‘75·8’特大洪水给豫、皖两省人民生命财产造成了巨大的损失,板桥、石漫滩两座大型水库的溃坝损失尤大。溃坝的主要原因是水库建设规模偏小,安全标准过低”<sup>[10]</sup>。

河南省水利厅陈耀曾教授认为:“总结‘75·8’洪水垮坝的教训,重要的一条是水库洪水账偏小,防洪标准偏低”<sup>[11]</sup>。

潘家铮院士在其《千秋功罪话水坝》<sup>[12]</sup>一书中指出:板桥和石漫滩“两座水库大坝瞬时溃决的原因和教训是什么呢?从设计思想上说,应该以辩证的观点来深入分析客观情况,充分估计可能出现的最不利条件,以此作为设计决策的基础,就可避免这一惨剧的发生……”。对板桥和石漫滩两座具体工程来说,首先是规划设计时水文资料的严重欠缺,抗洪标准过低,建成后有人提出要提高标准加高加固大坝的正确建议未被重视。”

### 3 防洪标准与设计洪水的基本概念以及我国的水库防洪标准

在对“75·8”垮坝主要原因进行分析前,为便于讨论,先就防洪标准与设计洪水的基本概念以及我国的水库防洪标准与设计洪水等作一简述。

#### 3.1 防洪标准

1) 防洪标准的定义:防洪标准是工程抗御洪水能力的规定限度<sup>[13]</sup>。它是表征水工建筑物防洪级别高低的一种指标,一般由国家根据其经济实力,按工程规模和失事后果的严重性(风险大小)分等分级,并以规程规范的形式明确规定。

2) 防洪标准的分等:我国水库的防洪标准,按工程规模分为5个等别(见表1)。

表1 水库枢纽工程的等别<sup>[14]</sup>  
Tbl. 1 Classes of reservoir pivot engineering

| 工程等别                           | I     | II     | III      | IV        | V          |
|--------------------------------|-------|--------|----------|-----------|------------|
| 工程规模                           | 大(1)型 | 大(2)型  | 中型       | 小(1)型     | 小(2)型      |
| 总库容/ $\times 10^8 \text{ m}^3$ | $>10$ | 10~1.0 | 1.0~0.10 | 0.10~0.01 | 0.01~0.001 |

注:此表指标为水电部1964年提出,迄今未变。

3) 防洪标准的分级:我国水库防洪标准学习苏联,对设计永久性水工建筑物所采用的防洪标准,分设计标准(正常运用)和校核标准(非常运用)两级。在正常运用情况下,建筑物应保证安全运行。在非常运用情况下,允许建筑物非主要部位局部损坏或采取临时措施防洪,但建筑物整体上仍不能破坏。

4) 防洪标准的表示方法:从全世界来看,防洪标准较科学的表示方法有两种:一是以洪水的重现期( $N$ )或频率( $P$ )表示,这可用于各种工程的设计;二是以可能最大洪水(PMF)表示。国际上一般都是把PMF用于具有高风险的工程,即失事后会造成重大人员伤亡的大中型(美国也用于小型)水库和核电站工程的设计。

#### 3.2 设计洪水

“设计洪水”<sup>[13]</sup>长期以来并无公认的定义。按笔者的理解,设计洪水是为涉及洪水的工程的设计而拟定,并符合其指定防洪标准,且系设计断面可能发生的预想洪水。它是工程预计设防的最大洪水。

习惯上,把设计和校核两级洪水统称为设计洪水。

设计洪水的推求主要有两大途径<sup>[15]</sup>:一是数理统计途径,即把暴雨/洪水看作是随机事件,运用数理统计学的原理和方法来

推求指定频率的设计洪水,此法一般称为频率计算法;二是物理分析途径,即把暴雨/洪水看作是必然事件,运用水文学和气象学的原理和方法推求出近似于物理上限的暴雨/洪水,即可能最大降水(PMP)/可能最大洪水(PMF),此法一般称为水文气象法。

国际上,以苏联为代表的不少国家采用频率洪水作为工程设计的依据,以美国为代表的不少国家采用可能最大洪水作为设计依据。这种局面已经历了约70年。

#### 3.3 防洪标准与设计洪水之间的关系

这二者既有区别,又有联系。区别是:防洪标准是由国家统一制订的,而设计洪水是由水文科技人员根据一定的水文气象资料,遵循设计洪水规范,运用某种方法计算出来的。因此,二者不能混为一谈。联系是:防洪标准的高低要通过设计洪水(包括洪峰、洪量数值及其时程分布)的大小和洪水过程线的型式体现出来。换句话说,设计洪水是按某一标准求得的具体的预想洪水。

显然,使用同样的计算方法,防洪标准愈高,相应的设计洪水也愈大。但是,在同一标准下,不同的计算方法,或方法虽然相同而洪水的成因特性不同或水文气象资料系列的长短不同,则所求得的设计洪水就有可能偏大或偏小。偏大就是“超标”,偏小就是“未达标”。

需要特别指出的是:洪水账算小了,决不能笼统地说成是原来采用的防洪标准偏低了,而只能说是该工程的实际抗洪能力偏低了,没有达到国家规定的标准。

“75·8”洪水导致板桥和石漫滩水库垮坝的主要原因,正是由于解放初期实测水文气象资料太少,资料系列代表性很差,据此算得的设计洪水数值太小,“远未达标”。

事实上,根据笔者研究<sup>[16]</sup>,在1954~1980年期间,我国垮掉的2 976座大中小型水库,绝大多数都是由于洪水账偏小、工程的实际抗洪能力偏低所致。

#### 3.4 “75·8”洪水发生前我国的水库防洪标准

我国水库的防洪标准在1963年以前是照搬苏联1948年国定标准。1964年,水电部结合我国的情况,提出的《水利水电工程等级划分及设计标准(草案)》(以下简称《64标准》),提高了苏联3~5级工程的校核标准(表2)。在“75·8”洪水发生前,全国各地基本上都按此标准执行。

表2 水库防洪标准表<sup>[1]</sup>  
Tbl. 2 Table of reservoir controlling flood standard

| 标准              | 情况 | 各级工程防洪标准/重现期(年) |       |     |     |     |
|-----------------|----|-----------------|-------|-----|-----|-----|
|                 |    | 1级              | 2级    | 3级  | 4级  | 5级  |
| 苏联1948年<br>国定标准 | 设计 | 1 000           | 100   | 50  | 20  | 10  |
|                 | 校核 | 10 000          | 1 000 | 200 | 100 | 33  |
| 我国1964年<br>部定标准 | 设计 | 1 000           | 100   | 50  | 20  | 10  |
|                 | 校核 | 10 000          | 1 000 | 500 | 200 | 100 |

#### 3.5 “75·8”洪水发生前我国的水库设计洪水状况

“75·8”之前,我国水库设计洪水在工程实践上都是学习苏联,采用频率计算法。但是,由于我国水文资料观测年限不长,系列代表性差,故算得的设计洪水数值一般都偏小,致使后来每发生一次大洪水,设计洪水成果就大幅度地提高一次。全国性的大幅度提高基本上有两次:一次是1963年海河特大暴雨后,另一次是1975年淮河特大暴雨后。表3是我国几个水库设计洪水两次变动的情况。由表可见,第二次变动后,这些水库各种标准的洪水不仅比50年代时数值大,而且比1975年淮河大暴雨以前的60年代数值大得多。例如,100年一遇的洪水,一般已相当于20世纪60年代的500~1 000年一遇的水平,或相当于20世纪50年代的1 000~10 000年一遇的洪水水平了。

#### 3.6 板桥水库和石漫滩水库情况

板桥水库和石漫滩水库的基本情况<sup>[1]</sup>见表4。

表 3 我国几个水库设计洪水 3 次成果比较<sup>[15]</sup>(/洪峰  $Q_m$  为  $m^3/s$ )  
Tbl. 3 Comparison table of design flood of some reservoirs in three periods in China  
Unit: Flood Peak( $Q_m$ )— $m^3/s$

| 计算阶段         | 重现期     | 海南松涛   |      | 河北岳城   |      | 河北黄壁庄  |      | 浙江黄坛口  |      | 广东新丰江  |      | 湖北陆水   |      |
|--------------|---------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|              |         | $Q_m$  | 年份   | $Q_m$  | 年份   | $Q_m$  | 年份   | $Q_m$  | 年份   | $Q_m$  | 年份   | $Q_m$  | 年份   |
| —            | 1 万年    | 11 800 |      | 27 800 |      | 38 000 |      | 12 200 |      | 12 300 |      | 66 100 |      |
|              | 1 000 年 | 9 270  |      | 16 600 |      | 19 700 |      | 9 790  |      | 9 650  |      | 5 610  |      |
|              | 500 年   | 8 500  | 1958 | 14 600 | 1958 | 16 000 | 1957 | 9 100  | 1956 | 8 900  | 1957 | 5 300  | 1958 |
|              | 100 年   | 7 100  |      | 9 100  |      | 9 050  |      | 7 330  |      | 7 160  |      | 4 550  |      |
| 二<br>(第一次变动) | 1 万年    | 17 100 |      | 26 600 |      | 38 500 |      | 14 900 |      | 13 600 |      | 11 600 |      |
|              | 1 000 年 | 13 500 |      | 19 300 |      | 27 400 |      | 11 900 |      | 11 000 |      | 9 050  |      |
|              | 500 年   | 12 000 | 1965 | 16 800 | 1964 | 24 000 | 1965 | 10 900 | 1963 | 10 300 | 1964 | 8 300  | 1965 |
|              | 100 年   | 9 700  |      | 11 700 |      | 16 500 |      | 8 710  |      | 8 340  |      | 6 480  |      |
| 三(第二次变动)     | 1 万年    | 24 700 |      | 31 400 |      | 50 300 |      | 17 100 |      | 17 300 |      | 17 200 |      |
|              | 1 000 年 | 19 500 |      | 22 200 |      | 33 900 |      | 13 100 |      | 13 750 |      | 13 300 |      |
|              | 500 年   | 17 800 | 1977 | 19 500 | 1978 | 29 100 | 1981 | 11 900 | 1978 | 12 700 | 1977 | 12 200 | 1977 |
|              | 100 年   | 14 100 |      | 13 400 |      | 18 500 |      | 9 190  |      | 10 150 |      | 9 390  |      |

表 4 板桥水库和石漫滩水库基本情况表<sup>[1]</sup>  
Tbl. 4 Basic information of Banqiao Reservoir and Shimantan Reservoir

| 库名    | 控制面积<br>/km <sup>2</sup> | 坝型    | 最大坝高<br>/m | 总库容<br>/×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> | 最大泄量<br>/m <sup>3</sup> /s | 坝顶高程<br>/m | 防浪墙顶高程<br>/m | “75·8”洪水垮坝水位/m |              |
|-------|--------------------------|-------|------------|-----------------------------------------|----------------------------|------------|--------------|----------------|--------------|
|       |                          |       |            |                                         |                            |            |              | 高程<br>/m       | 高出防浪墙顶<br>/m |
| 板桥水库  | 762                      | 黏土心墙坝 | 24.5       | 4.92                                    | 1 719                      | 116.34     | 117.64       | 117.94         | 0.30         |
| 石漫滩水库 | 230                      | 均质土坝  | 25.0       | 0.918                                   | 509                        | 109.85     | 111.05       | 111.40         | 0.35         |

### 3.6.1 板桥水库情况

板桥水库于 1952 年动工,1953 年建成。1951 年设计时,由于水文气象资料少,设计洪水采用典型年 1921 年加成作为设计依据,其洪峰流量为 1 390  $m^3/s$ ,最大 7 d 洪量为  $1.80\times10^8 m^3$ 。此后,对该水库设计洪水进行过 3 次复核,3 次防洪标准都是采用 100 年一遇洪水设计,1 000 年一遇洪水(再加 20%~10%的安全保证修正数)校核,成果见表 5。

表 5 板桥水库垮坝前三次洪水复核成果<sup>[1,17]</sup>  
(/洪峰  $Q_m$  为  $m^3/s$ ,洪量  $W$  为  $10^8 m^3$ )  
Tbl. 5 Three calibration floods results before breakdown of Banqiao Reservoir  
(/Flood Peak( $Q_m$ )— $m^3/s$ ,Flood Volume( $W$ )— $10^8 m^3$ )

| 复核年份 | 洪水项目      | 各种重现期的数值 |         |       | 设计洪水数值 | 校核洪水       |            |
|------|-----------|----------|---------|-------|--------|------------|------------|
|      |           | 1 万年     | 1 000 年 | 100 年 |        | 数值         | 标准         |
| 1955 | $Q_m$     | 4 236    | 3 300   | 3 300 | 5 083  | 千年洪水加大 20% |            |
|      | $W_3$     | 2.75     | 2.24    | 2.24  | 3.30   |            |            |
| 1965 | $Q_m$     | 13 100   | 9 810   | 6 630 | 6 630  | 11 850     | 同上         |
|      | $W_{24h}$ | 4.40     | 3.27    | 2.17  | 2.17   | 3.92       |            |
|      | $W_3$     | 4.75     | 3.62    | 2.48  | 2.48   | 4.32       |            |
| 1973 | $Q_m$     | 18 600   | 13 680  | 8 950 | 8 950  | 15 040     | 千年洪水加大 10% |
|      | $W_{24h}$ | 4.18     | 3.11    | 2.05  | 2.05   | 3.42       |            |
|      | $W_3$     | 5.75     | 4.32    | 2.88  | 2.88   | 4.75       |            |

1955 年复核后,1956 年水库扩建过 1 次;1965 年复核后,没有扩建。

### 3.6.2 石漫滩水库情况

石漫滩水库于 1950 年动工,1951 年建成。1950 年设计时,采用历史洪水加成法推求设计洪水;以后对洪水也进行过 3 次复核,成果如表 6。

表 6 石漫滩水库垮坝前三次洪水复核成果<sup>[1,17]</sup>  
(/洪峰  $Q_m$  为  $m^3/s$ ,洪量  $W$  为  $10^8 m^3$ )

Tbl. 6 Three calibration floods results before breakdown of Shimantan Reservoir  
Unit: Flood Peak( $Q_m$ )— $m^3/s$ , Flood Volume( $W$ )— $10^8 m^3$

| 复核年份 | 洪水项目      | 各种重现期的数值 |       |       |       | 设计洪水数值 | 校核洪水          |    |
|------|-----------|----------|-------|-------|-------|--------|---------------|----|
|      |           | 1 000 年  | 500 年 | 100 年 | 50 年  |        | 数值            | 标准 |
| 1955 | $Q_m$     | 1 396    |       | 965   | 965   | 1 675  | 500 年洪水加大 20% |    |
|      | $W_3$     | 1.850    |       | 1.12  | 1.12  | 2.22   |               |    |
| 1964 | $Q_m$     | 4 902    |       | 3 092 | 3 092 | 5 882  | 同上            |    |
|      | $W_{24h}$ | 0.859    |       | 0.790 | 0.790 | 1.460  |               |    |
|      | $W_3$     | 1.450    |       | 0.957 | 0.957 | 1.740  |               |    |
| 1973 | $Q_m$     | 4 571    |       | 3 205 | 3 205 | 5 485  | 千年洪水加大 20%    |    |
|      | $W_{24h}$ | 1.117    |       | 0.810 | 0.810 | 1.340  |               |    |
|      | $W_3$     | 1.429    |       | 1.018 | 1.018 | 1.715  |               |    |

1955 年和 1964 年复核,防洪标准都是采用 50 年一遇洪水设计,500 年一遇洪水(加 20%的安全保证修正数)校核;1955 年复核后,1956 年对水库进行了扩建加固;1964 年复核后,没有扩建。

1970 年为扩大灌溉面积并为舞阳钢铁厂供水,许昌水利局提出要加高大坝,增加兴利库容。这样,水库的总库容将超过  $1\times10^8 m^3$ ;按当时的规定,工程级别属大(二)型,水库防洪标准应提高为 100 年一遇洪水设计,1 000 年一遇洪水校核。为此,1973 年又对该水库的设计洪水进行了复核。

## 4 笔者对“75·8”洪水垮坝主要原因的分析和认识

笔者认为,“‘75·8’洪水垮坝的主要原因,不是水库防洪标准偏低,而是设计洪水数据偏小”。这个论点,笔者 1991 年曾首次提出<sup>[16]</sup>,并于 1995 年在文献[1]中有详细论述。此文将进一步阐述笔者上述论点的主要依据。

### 4.1 “75·8”洪水垮坝“不是水库防洪标准偏低”的依据

首先,从泌阳县的水库来看:泌阳县地处“75·8”暴雨中心地带,降雨量最大。该县当时已修建好的大中小型水库共有 74 座,其中属驻马店地区管理的有板桥大型水库 1 座,其余 73 座属县管理。县管水库包括宋家场大型水库 1 座,中型水库 6 座,小(一)型水库 7 座,小(二)型水库 59 座。在 1972 年 7 月发生的一次大暴雨中,有 12 座小(二)型水库垮坝,造成很大损失,引起了该县和上级主管部门的高度重视,随即组织人员对全县水库进行了安全复核,并增加了新的暴雨资料,修正(加大)了洪水数据,仍按原标准(即《64 标准》)对已有水库进行了除险加固。因此,在“75·8”

洪水发生时, 该县县管的 73 座水库除 6 座尚未完成除险加固的小(二)型水库被冲垮外, 其余 67 座大中小型水库均安全度汛<sup>[19]</sup>。

泌阳县的例子说明, 在“75·8”洪水发生之前, 我国的水库防洪标准并不低。

其次, 从板桥水库和石漫滩水库来看: 比较水电部天津设计院 1985–1986 年对板桥和石漫滩两库复建设计所采用的设计洪水数据与“75·8”洪水实况(见表 7), 两库的实况均未超过在“75·8”垮坝前校核(千年一遇)洪水的标准。实况洪峰均仅相当于 600 年一遇<sup>[16]</sup>。

表 7 板桥和石漫滩两库“75·8”洪水与千年一遇洪水比较表  
(/洪峰  $Q_m$  为  $m^3/s$ , 洪量  $W$  为  $10^8 m^3$ )

Tbl. 7 Comparison table of “August 1975” and thousands-year floods of Banqiao Reservoir and Shimantan Reservoir  
Unit: Flood Peak ( $Q_m$ )— $m^3/s$ , Flood Volume ( $W$ )— $10^8 m^3$

| 库名         | 板桥     |           |       | 石漫滩   |           |       |
|------------|--------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
| 洪水项目       | $Q_m$  | $W_{24h}$ | $W_3$ | $Q_m$ | $W_{24h}$ | $W_3$ |
| “75·8”洪水实测 | 13 000 | 4.58      | 6.92  | 6 280 | 1.39      | 2.19  |
| 千年一遇       | 14 500 | 4.93      | 6.93  | 6 834 | 1.49      | 2.33  |
| 加大 10%     | 15 950 | 5.42      | 7.62  |       |           |       |
| 加大 20%     |        |           |       | 8 200 | 1.79      | 2.80  |

4.2 “75·8”洪水垮坝“是设计洪水数据偏小”的依据

板桥水库 1956 年扩建加固的校核洪水名为 1 000 年一遇的洪峰(4 236  $m^3/s$ ), 实际还达不到 1985 年复建水库时计算成果的 10 年一遇值(4 990  $m^3/s$ )<sup>[1,17]</sup>。

石漫滩水库 1956 年扩建加固的校核洪水名为 500 年一遇的洪峰(1 396  $m^3/s$ ), 实际也低于 1986 年复建水库时计算成果的 10 年一遇值(1 947  $m^3/s$ )<sup>[1,17]</sup>。

总之, 板桥、石漫滩两库 1956 年扩建加固所采用的洪水数据都严重偏小, 远未达标!

4.3 若按 1973 年洪水复核成果加高加固, 板桥和石漫滩两库则有可能都不会垮坝

4.3.1 板桥水库

1973 年复核后, 设计人员在完成的《板桥水库水文复核演算报告》中明确指出: “水库防洪任务很大, 在现有工程情况下, 如遇特大洪水, 很难确保工程安全”。《报告》建议加高大坝 0.90 m<sup>[8]</sup>。但是, 由于受“文革”极左思潮的影响, 有领导人竟批评说: “水库修了二十多年没有问题, 你们现在却算出问题来了”<sup>[1,17]</sup>。故原已写好并准备向水电部、省革委会报送的《报告》没有上报, 仅以口头形式向水电部作了汇报<sup>[8]</sup>, 板桥大坝加高的建议最终未能付诸实施。

根据 1975 年水电部“75·8”暴雨洪水调查组核实, 板桥水库大坝若加高了 0.90 m, 则“75·8”洪水时最高库水位将达 118.33 m, 即超过坝顶 1.09 m, 但比防浪墙顶高程尚低 0.21 m<sup>[20]</sup>(1976 年河南省水利厅设计院复核结果与此数基本一致, 其最高库水位是 118.40 m<sup>[20]</sup>), 持续时间不到 1 h, 如果当时采取一些抢救措施, 板桥水库就不一定会垮(板桥当时刮东风, 风浪走向系由大坝吹向库尾, 故风浪对防浪墙影响不大)<sup>[1,17]</sup>。

4.3.2 石漫滩水库

1973 年 7 月, 河南省水利局根据许昌兴利要求, 按百年洪水设计、千年洪水校核标准完成了水库扩建规划, 以豫革水字(73)404 号文《关于石漫滩水库扩建方案的报告》上报河南省革委会生产指挥部, 并抄送有关部门, 建议加高大坝 6.4 m。1974 年 3 月, 舞阳工区以午办[1974]12 号文《关于报送石漫滩水库大坝加高意见的报告》上报省革委会并省水利局、省计委, 表示同意加高

6.4 m 方案。但是, 1974 年 6 月 12 日, 舞阳钢铁公司设计管理科以舞设字第 10 号便函《关于石漫滩水库大坝加高问题意见补充信函》上报省水利局, 并抄报省有关单位和冶金部基建局, 认为大坝加高 6.4 m 方案有问题, 即会淹没寺坡房屋(舞钢招待所)、道路和两条 900 mm 直径的输水管线<sup>[20]</sup>。于是, 石漫滩水库加高方案也被搁浅。

根据 1975 年水电部“75·8”暴雨洪水调查组核实, 石漫滩水库大坝若是加高 6.4 m, 则“78·5”洪水最高库水位为 116.4 m, 即只高于坝顶 0.10 m, 但低于防浪墙顶 1.10 m, 持续时间不到 1 h<sup>[20]</sup>, 而且当时水库处也是刮东风, 风浪走向系由大坝吹向库尾。显然, 石漫滩水库同样可能不会垮坝<sup>[1,17]</sup>。

5 “75·8”洪水垮坝的主要教训

5.1 在科学技术问题上不能搞“一边倒”

新中国成立后, 在当时的国际形势和条件下, 我们样样都是向苏联学习, 搞“一边倒”, 在水利水电建设上也不例外, 当时我国水库的防洪标准就是照搬苏联 1948 年国定标准, 相应地, 设计洪水的推求也采用频率分析法。

但是, 当时世界上在设计洪水计算方面是有两大派的。以苏联为代表的国家采用的是频率分析法, 其最大缺点是频率计算所依据的暴雨/洪水资料(样本)仅立足于工程所在的本流域(即设计流域), 对外流域和本断面上游或下游(当相关关系不好时)发生的暴雨/洪水它是不管的。这样, 它所获得的资料样本就相对较少, 因而频率计算的结果也往往偏小。

以美国为代表的国家采用的是水文气象法, 其最大优点是在使用资料上着眼于一个广阔的地区(气象一致区), 也就是本流域和邻近的相似流域内所发生过的大暴雨资料统统都要利用。这种用空间来代替时间的做法使资料样本容量大增, 有助于使求得的暴雨/洪水极值较为接近于物理实际<sup>[1,17]</sup>。

显然, 我国在 20 世纪 50 年代特别是 60 年代, 如果能对苏美采用的两种方法兼容并蓄, 见好就学, 板桥和石漫滩水库垮坝事件则完全有可能避免。

以板桥水库为例, 如果采用美国的方法, 就要考虑暴雨移置。在 1965 年那一次水文复核时, 可移置的特大暴雨有海河 1963 年 8 月(简称“63·8”)暴雨和长江 1935 年 7 月(简称“35·7”)暴雨。因为这两场暴雨和淮河“75·8”暴雨一样, 都是位于京广铁路两侧, 属我国大地形的三级阶梯的第二到第三阶梯的边坡地带(浅山区), 暴雨物理成因有较大的相似性。当时实测资料最多、暴雨量级最大的是海河“63·8”暴雨。

海河“63·8”暴雨南部中心——獐犸中心地区, 相当于板桥流域面积(762  $km^2$ )的最大 24 h 和最大 3 d 的面平均雨量, 以及板桥“75·8”暴雨实测的最大 24 h 和最大 3 d 面平均雨量(如表 8 所示)。

表 8 海河“63·8”暴雨和板桥“75·8”暴雨比较  
(面积  $F=762 km^2$ )

Tbl. 8 Comparison table of “August 1963” rainstorm of Haihe River and “August 1975” rainstorm of Banqiao (Area: 762  $km^2$ )

| 暴雨       | 面平均雨深/mm         |         | 资料来源          |
|----------|------------------|---------|---------------|
|          | 最大 24 h          | 最大 3 d  |               |
| 海河“63·8” | 638 <sup>*</sup> | 1 170   | 参考文献[21]、[22] |
| 板桥“75·8” | 601.8            | 1 007.5 | 参考文献[8]       |

注: \* 为最大 1 天雨量 580 mm 乘以水文界常用的换算系数 1.1 而得。

由表 8 可见, 海河“63·8”暴雨獐犸中心地区的雨量, 比板桥流域“75·8”暴雨的雨量还大。换句话说, 在 1965 年复核时, 即便

# 王国安：淮河“75·8”洪水垮坝的主要原因分析及经验教训

是仅把“63·8”暴雨平移过来(因两地的地面平均高程相差不大,地形都是喇叭形,开口朝向东北),不作水汽放大,所算得的PMF也会比1956年板桥水库扩建时所采用的校核洪水大得多,从而就可以发现板桥水库很不安全,亟需除险加高加固。遗憾的是,当时我国的《水工建筑物设计洪水计算规范草案(修正稿)》上还没有美国方法的地位。

## 5.2 大幅度提高防洪标准不可取

1975年的“郑州会议”把“75·8”洪水垮坝的主要原因归于防洪标准偏低,于是大幅度提高了水库防洪标准。会议作出的《关于复核水库防洪安全的几点规定(草稿)》要求:“大、中型水库和重要的小型水库(指下游有重要城镇、密集居民点、铁路干线或其他重要政治经济意义的设施的小水库),应以可能最大暴雨和洪水作为保坝标准进行复核”。随后,1978年部颁的《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》<sup>[23]</sup>(简称《等级标准》)正式贯彻了这一精神,而且其条文的第13条明确规定:可能最大洪水要大于万年一遇洪水。1979年颁布的《水利水电工程设计洪水计算规范》<sup>[24]</sup>(简称《洪水计算》)的第32条规定:“根据频率计算成果选定可能最大洪水时,采用值不得小于万年一遇洪水的数值”。

在1975—1980年期间,全国都按上述两个规范的规定对已有水库进行了安全复核。根据1981年的统计,复核结果:全国已建的86400多座大中小型水库约有80%都成了病险库(当然其中一部分还有地质和施工质量等原因)。若要对这些水库进行除险加固,所需投资将远远超过当时国家在水利水电建设事业上所能承担的财力<sup>[1,17]</sup>。这就给国家出了一个大难题。时至今日,这个问题尚未完全解决。据最新的文献介绍<sup>[25]</sup>,仅河南省“目前全省19座大型水库已除险加固10座,45座中型病险库已除险加固25座”。由此可见,除险加固的任务还大着呢!然而时间已经过去30年了!这个问题值得我们深思。在这方面浪费国家的资金实在是太多了!

## 5.3 学习外国经验一定要结合中国的实际

苏联对水库设计洪水的计算采用频率算法,最高防洪标准采用万年一遇洪水。我国迄今一直坚持苏联的作法。但是,苏联的气候与我国大不相同,它是以融雪洪水为主的国家,其年最大洪水的年际变化较小,变差系数 $C_v$ 也不大,一般为0.2~0.4<sup>[26]</sup>,相应的万年一遇洪水也不是太大,仅为多年平均值的2~5倍。而我国是以暴雨洪水为主的国家,洪水的 $C_v$ 较大,一般为0.5~0.9,长江以北的河流很多都在1.0~1.6之间,有的甚至达到2以上,故万年一遇洪水也较大,一般为多年均值的5~10倍,北方 $C_v>1$ 的河流则高达14~30倍<sup>[15]</sup>。

由此可见,与苏联相比,我国(尤其是北方)的万年一遇洪水大得惊人。换言之,这个所谓的万年一遇洪水,一般都是脱离物理实际的虚幻洪水,当地自然界根本就不可能发生。这就是我们死死抱着苏联的那一套教条计算的结果。

美国溢洪道的设计标准长期以来一直坚持采用PMF作为不允许失事的重要工程的设计洪水。“郑州会议”决定引进PMF作为最高一级的洪水标准,这无疑是非常正确的。因为通过这一途径必然使我们对设计流域的暴雨和洪水的物理成因规律有比较深入的了解,从而有助于合理地选定设计洪水成果。但是,问题却出现在了以下两个方面。

一是《等级标准》规定:“失事后对下游将造成较大灾害的大型水库、重要的中型水库以及特别重要的小型水库的大坝,当采用土石坝时,应以可能最大洪水作为非常运用的洪水标准”<sup>[23]</sup>,即对PMF的使用范围要求与美国<sup>[27,28]</sup>几乎一样。可是,我国的经济实力(尤其是在上个世纪70年代)比美国差得多,而修水库的防洪标准却与它一样,这显然是要求太高了。

二是从一开始就人为地划了个框框,规定PMF必须大于<sup>[23]</sup>或不得小于<sup>[24]</sup>频率曲线上的所谓万年一遇洪水。这样,就把传统概

念(物理成因概念)上的PMF人为地拔高了。拔高到了什么程度呢?根据主管部门正式审定的91座大中型水库统计<sup>[15]</sup>,有85座(占93.4%)的PMF大于万年洪水,这85座中一般大10%~30%,有8座大50%~80%。请注意,前面已经提到,我国的万年洪水理论值已经大得惊人了,而PMF还要比万年洪水大出这么多,岂不荒唐!

美国的PMF是由PMP转化而来,在推求PMP的方法上其传统做法是:高效暴雨—水汽放大—移置—外包。水汽放大的数值有限,一般至多放大30%~40%;此外,美国搞PMF没有万年一遇洪水这个框框的约束,且由于自然地理和气候条件的关系,它所求得的PMF数值并不大。从笔者所收集到的美国近600座工程的PMF所点绘的洪峰 $Q_m$ 与流域面积 $F$ 的关系来看,其外包线仅约相当于我国东部和中部地区的 窝、潘家口、紫荆关、朱庄、王快、峡山、佛子岭、板桥、梅山、昭平台、磨石潭、薄山、柘溪、丹江口、葛洲坝、五强溪、新安江、松涛、大广坝等20余座水库的500年一遇洪峰流量的数值<sup>[15]</sup>。

需要强调的是,中国PMF如此之大不仅浪费了国家巨额工程投资,而且由于所需防洪库容很大,把汛期限制水位压得很低,从而使一大批水库在汛期不能正常发挥调蓄水资源的作用。显然,多年来在这方面的损失也是非常大的<sup>[29,30]</sup>。

## 5.4 重要土石坝必须设“太平门”

“75·8”洪水板桥、石漫滩水库垮坝,从工程规划设计的指导思想上来说,没有设置防御非常洪水的“太平门”——非常溢洪道或非常溢洪措施,也是一个重要原因。水利专家谢家泽教授1991年4月25日曾就这个问题专门对笔者谈了他的看法。在谈到洪水标准时,谢老说:“美国有人提出对水库设计标准的制定有两种指导思想:一种是不准失事,万无一失;另一种是失事而安全,也就是设太平门,开非常溢洪道,遇超标准洪水,冲就冲了,洪水是慢慢下泄,不倒坝,下游安全。这样洪水标准就可低些,也许100年、1000年就行。因为冲了也不要紧。我是赞成这种见解的。”谢老强调:“重要土石坝必须设‘太平门’,这就是要有非常溢洪道或非常溢洪措施(例如修副坝等)。否则,遭遇非常洪水,水库大坝就很难保住。当然,有些水库非常溢洪道不一定真修,预先留个位置,临时爆破也是可以的”。

笔者认为谢老的“重要土石坝必须设‘太平门’”的见解是非常正确的。

(致谢:本文承河南省水利厅原总工陈惺教授、河南省水利勘测设计院原副总工伏安教授、河南省水文水资源局局长杨大勇教授、黄河水利委员会水文局原总工马秀峰教授和黄河勘测规划设计有限公司温善章教授提供宝贵意见,特此致谢!)

## 参考文献(References)

- [1] 王国安. 对淮河“75·8”洪水垮坝主要原因及其引出问题的认识与建议[J]. 河南水利, 1995(4)(纪念“75·8”洪水灾害20周年及防洪减灾对策学术讨论会专刊):48~56.
- [2] 胡明思, 骆承政. 中国历史大洪水(下卷)[M]. 北京: 中国书店, 1992.
- [3] 马德全. 牢记“75·8”沉痛教训认真做好防洪减灾工作[J]. 河南水利, 1995(4)(纪念“75·8”洪水灾害20周年及防洪减灾对策学术讨论会专刊):8.
- [4] 河南省水利厅编. 河南“75·8”特大洪水灾害[C]. 郑州: 黄河水利出版社, 2005.
- [5] 1975年郑州会议文件. 钱正英同志在全国防汛和水库安全会议上的总结报告(记录稿)[Z]. 1975-12-10.
- [6] 汝乃华, 牛运光编著. 大坝事故与安全·土石坝[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.
- [7] 林四庆. 从“75·8”洪灾看和谐水利[J]. 河南水利, 2005(8)(纪念“75·8”特大洪水灾害发生30周年):5-6.

# 乏燃料后处理和高放废液分离一体化流程研究进展

## Progress in Research of Spent Fuel Reprocessing and High-level Liquid Waste Partitioning Integrated Process

刘学刚/LIU Xue-gang, 徐景明/XU Jing-ming, 梁俊福/LIANG Jun-fu, 朱永贻/ZHU Yong-jun

清华大学核能技术设计研究院, 北京 102201

Institute of Nuclear and New Energy Technology, Tsinghua University, Beijing 102201, China

**[摘要]** 为了减少核电反应堆产生的乏燃料对环境的影响,国际上开展了分离/嬗变和先进核燃料循环的研究。其中,从核废物中分离回收次要锕系和长寿命裂变产物是关键步骤。乏燃料后处理和高放废液分离一体化流程与现有乏燃料处理处置方式相比,流程简单、二次废物少、经济性高,更能满足先进核燃料循环的分离要求。介绍了国内外在乏燃料后处理和高放废液分离一体化流程研究方面的成果和进展情况。

**[关键词]** 分离/嬗变;后处理;高放废液分离;一体化流程

**[中图分类号]** TL241,X946

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1000-7857(2006)07-0077-05

**Abstract:** In order to minimize the environmental impact of nuclear spent fuel discharged from nuclear power reactors, researches of partitioning/transmutation and advanced nuclear fuel cycle are expanded in several nations. Separation of minor actinides and long-lived fission products is the key process for such purpose. Compared to the current method for spent nuclear fuel treatment and disposal, the

收稿日期: 2006-04-25

作者简介: 刘学刚,男,北京 1021 信箱清华大学核能技术设计研究院,助理研究员,主要研究方向为核燃料化工;

E-mail: liu-xg@mail.tsinghua.edu.cn

- [8] 中共河南省水利厅党组.关于“75·8”板桥、石漫滩两水库失事的经验教训[A].自:河南省水利厅编.河南“75·8”特大洪水灾害[C].郑州:黄河水利出版社,2005.
- [9] 陈惺.牢牢记取“75·8”特大水灾的教训[A].自:河南省水利厅编.河南“75·8”特大洪水灾害[C].郑州:黄河水利出版社,2005.
- [10] 方佩英.反思河南“75·8”特大洪水灾害,展望 21 世纪治淮工程的设想[A].自:河南省水利厅编.河南“75·8”特大洪水灾害[C].郑州:黄河水利出版社,2005.
- [11] 陈耀曾.实事求是制定防洪标准,认真落实防洪措施[A].自:河南省水利厅编.河南“75·8”特大洪水灾害[C].郑州:黄河水利出版社,2005.
- [12] 潘家铮.千秋功罪话水坝[M].北京:清华大学出版社,2000.
- [13] 王国安.论设计洪水及其计算途径[A].自:周孝德,沈冰主编.水与社会经济发展的相互影响及作用——全国第三届水问题研究学术研讨会论文集[C].北京:中国水利水电出版社,2005.
- [14] 中华人民共和国国家标准 GB50201-94 防洪标准[S].北京:中国计划出版社,1994.
- [15] 王国安.可能最大暴雨和洪水计算原理与方法[M].北京:中国水利水电出版社;郑州:黄河水利出版社,1999.
- [16] 王国安.中国设计洪水及标准问题[J].水利学报,1991(4):68-76.
- [17] 王国安,李文家.水文设计成果合理性评价[M].郑州:黄河水利出版社,2002.
- [18] “纪念‘75·8’洪水灾害 20 周年暨防洪减灾对策学术讨论会”会议纪要[J].河南水利,1995(4)(纪念“75·8”洪水灾害 20 周年及防洪减灾对策学术讨论会专刊):3-4.
- [19] 泌阳县水利局.总结经验教训,狠抓除险加固,全力抗洪抢险,确保

- 水库安全[A].自:河南省水利厅编.河南“75·8”特大洪水灾害[C].郑州:黄河水利出版社,2005.
- [20] 河南省水利厅勘测设计院.板桥、石漫滩水库洪水复核情况综合说明[Z].1976.
- [21] 水利电力部水文局.海河流域南运河、子牙河、大清河水系 1963 年 8 月洪水调查报告[R].1964.
- [22] 胡明思,骆承政.中国历史大洪水(上卷)[M].北京:中国书店,1988.
- [23] 水利电力部.水利水电枢纽工程等级划分及设计标准(山区、丘陵部分)SDJ12-78(试行)[S].北京:水利电力出版社,1979.
- [24] 水利部,电力工业部.水利水电工程设计洪水计算规范 SDJ22-79(试行)[S].北京:水利出版社,1980.
- [25] 《中国水利》编辑部.“75·8”反思·相关链接[J].中国水利,2005,538(6):39.
- [26] 苏联电站部水电建设总局.水文计算简明手册[S].北京:燃料工业出版社,1954.
- [27] Committee on Safety Criteria for Dams et al, Safety of Dams - Flood and Earthquake Criteria[M]. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985.
- [28] 叶永毅.水利与创新:叶永毅选集[C].北京:中国水利水电出版社,2001.
- [29] 王国安.关于我国水库的防洪标准问题[J].水利学报,2002(12):22-25.
- [30] 王国安.中国:设计洪水向何处去[A].自:张建云主编.中国水文科学与技术研究进展——全国水文学学术讨论会论文集[C].南京:河海大学出版社,2004.

(责任编辑 苏青)